نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۱۳، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۰، ص ۳۲۴-۳۰۷

Journal of Agroecology
Vol. 13, No.2, Summer 2021, p. 307-324

مقاله علمی - پژوهشی

مدل‌سازی تأثیر کشت نشایی بر عملکرد و مصرف آب ذرت در شرایط محیطی گرگان

شیوا طاهری[1]، افشین سلطانی[2]*، بهنام کامکار[3]، محمد ناظری[4] و احسان شاکری[5]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۸/۱۲
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۱/۱۲

طاهری، ش.، سلطانی، ا.، کامکار، ب.، ناظری، م.، و شاکری، ا.، ۱۴۰۰. مدل‌سازی تأثیر کشت نشایی بر عملکرد و مصرف آب ذرت در شرایط محیطی گرگان. بوم‌شناسی کشاورزی ۱۳(۲): ۳۲۴-۳۰۷.

چکیده

کشت نشایی محصولات زراعی یکی از روش‌هایی است که برای بهبود مصرف آب و افزایش عملکرد معرفی شده است. از عوامل مؤثر بر موفقیت این روش می‌توان به اندازه گیاهچه و تاریخ کاشت اشاره نمود. در پژوهش حاضر، شبیه‌سازی تأثیر کشت بذری و چهار اندازه گیاهچه شامل (۱۳، ۱۶، ۱۹ و ۲۲ سانتی‌مترمربع در بوته سطح برگ) برای کشت نشایی ذرت (رقم سینگل کراس۷۰۴) در چهار تاریخ کاشت ۲۰ خرداد، ۴ تیر، ۲۳تیر و ۵ مرداد در شرایط محیطی گرگان برای ۱۶سال (۲۰۱۵-۲۰۰۰) با مدل SSM-iCrop2 انجام شد. در تاریخ کاشت ۲۰ خرداد، کشت نشایی در مقایسه با کشت بذری بین ۱۶ تا ۲۶ روز زودرس‌تر شد. امّا کشت نشایی تأثیری بر عملکرد و مقدار نیاز خالص آبیاری نداشت (متوسط عملکرد ۱۳۳۱ گرم در مترمربع و متوسط نیاز خالص آبیاری ۴۳۵ میلی‌متر در هکتار). در تاریخ کاشت ۴ تیر کشت نشایی در مقایسه با کشت بذری باعث ۱۹ تا ۳۳ روز زودرسی محصول شد (برداشت زودتر) و مانند تاریخ کاشت ۲۰ خرداد تأثیری بر عملکرد و مقدار نیاز خالص آبیاری نداشت (متوسط عملکرد و نیاز آبی به‌ترتیب ۱۳۲۹ گرم در مترمربع و ۴۱۶ میلی‌متر در هکتار). در تاریخ کاشت ۲۳ تیر کشت نشایی با نشاهای بزرگ (سطح برگ ۱۹ و ۲۲ سانتی‌مترمربع در بوته) توانستند دوره رشد خود را قبل از ۱ آذر به اتمام برسانند (متوسط عملکرد ۱۲۷۳ گرم در مترمربع و متوسط نیاز آبیاری ۳۸۱ میلی‌متر در هکتار). لازم به ذکر است در تاریخ کاشت ۲۳ تیر، کشت بذری و کشت نشایی با گیاهچه کوچک (سطح برگ ۱۳ و ۱۶ سانتی‌مترمربع در بوته) نتوانستند تا ۱ آذر به مرحله رسیدگی کامل برسند و بنابراین، قابل توصیه نیستند. در تاریخ کاشت ۵ مرداد همه انواع کشت باتوجه به اینکه دوره رشد آن‌ها تا ۱ آذر تکمیل نشد، قابل توصیه نیستند. همچنین ازنظر اقتصادی باتوجه به نتایج، نشاکاری سود بیشتری را حاصل نکرده و هزینه‌های بیشتری را در بر داشت.

واژه‌های کلیدی: بهره‌وری، تولید، روش کشت، شبیه‌سازی، SSM-iCrop2

مقدمه

ذرت (*Zea mays* L.) گیاهی است به‌دلیل ویژگی‌های بسیار زیاد، از جمله قدرت سازگاری با شرایط اقلیمی گوناگون، بسیار زود در تمام دنیا گسترش یافت و مکان سوم را بعد از گندم و برنج، به‌ویژه از نظر سطح زیر کشت به خود اختصاص داد (Noor Mohammadi et al., 2010). این گیاه در گرگان به‌صورت تابستانه کشت می‌شود و به‌دلیل محدودیت منابع آبی، همواره با خطر کاهش قابل توجه تولید همراه است (Soltani et al., 2018).

منابع آب در کشور محدود است. با افزایش جمعیت و افزایش تقاضا برای محصولات کشاورزی، الگوی کاشت محصولات تغییر می‌کند. به‌طوری‌که در سال‌های اخیر، سطح زیر کشت ذرت روندی

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد اگرواکولوژی، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران.
۲- استاد گروه زراعت، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران.
۳- استاد گروه زراعت، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران.
۴- دانشجوی دکتری زراعت، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران.
۵- دانش آموخته دکترای زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، ایران.
(*- نویسنده مسئول: Email: afshin.soltani@gmail.com)
Doi: 10.22067/jag.v13i2.84053

کاهشی داشته است. در صورت بهینه‌سازی مصرف آب در بخش کشاورزی و افزایش کارایی مصرف آب در این بخش می‌توان به کاهش مصرف آب محصولات آبی مانند ذرت، امیدوار بود. کشت نشایی از راه حل‌های مطرح شده جهت کاهش نیاز آبی و افزایش محصول است. اظهار شده است کشت نشایی می‌تواند از طریق کاهش تعداد دفعات آبیاری نسبت به کشت معمول، منجر به کاهش مصرف آب شود (Zolfagharan et al., 2016). همچنین نتایج نشان داده است، نشاکاری ذرت به‌ویژه زمانی‌که گیاه در مرحله سبز شدن و استقرار در معرض خسارت پرندگان است، می‌تواند کارایی مؤثری از خود نشان دهد (Fanadzo et al., 2010; Oswald et al., 2001).

محققین اعتقاد دارند کاهش عملکرد مزرعه ذرت بیشتر به‌دلیل تأخیر در کشت رخ می‌دهد که یکی از روش‌های حل این مشکل استفاده از تکنیک و روش کشت نشایی است که علاوه‌بر کاهش مصرف آب، مشکلات کاهش عملکرد را نیز برطرف خواهد نمود. در شرایط تأخیر در کشت ذرت و به‌ویژه کشت دوم در مناطق گرمسیری، استفاده از روش کشت نشایی می‌تواند یک تکنیک نوین قابل جایگزین باشد (Badran, 2001).

طی بررسی دو روش کشت نشایی و بذری بر روی ذرت گزارش شد که نشاکاری ذرت با کوتاه کردن طول دوره رشد در زمین اصلی باعث گل‌دهی زودتر شد و توانست به‌طور قابل توجهی موجب افزایش عملکرد محصول نسبت به کشت بذری گردد (Fanadzo et al., 2009). همچنین بیان شده است نشاکاری ذرت می‌تواند با افزایش بهره‌وری نور، موجب افزایش شاخص برداشت و عملکرد نسبت به کشت بذری شود (Sanchez Andonova et al., 2014).

تعیین تاریخ کاشت یکی از اساسی‌ترین جنبه‌های مدیریت زراعی می‌باشد. از آنجایی که تاریخ کاشت در هر منطقه آب‌وهوایی متفاوت است، بنابراین، وقوع تغییراتی را در روند رشد گیاه به‌همراه دارد (Tamaddon Rastegar & Amini, 2014). کاشت در تاریخ مناسب در مناطق مختلف، ضمن تأثیر بر رشد رویشی و زایشی گیاه، باعث افزایش بازدهی فتوسنتز، انتقال مواد فتوسنتزی و ذخیره آن‌ها در دانه‌ها شده و افزایش عملکرد را سبب می‌گردد (Daneshian et al., 2008). مطالعه اثرات تاریخ کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت نشان می‌دهد که تأخیر در کاشت به‌سبب کاهش طول دوره رشد، نامناسب شدن شرایط دما طی دوره گرده افشانی، تلقیح و تشکیل دانه در بلال، موجب کاهش طول دوره رسیدگی، کاهش تعداد دانه در بلال، کاهش تعداد و وزن دانه و نهایتاً کاهش عملکرد می‌گردد (Rahimi Moghaddam et al., 2015).

یکی از محققان در مطالعه خود که روش کشت بذری و نشاکاری ذرت در پنج سن نشا (۱۴، ۲۱، ۲۸، ۳۵ و ۴۲ روزه) را مورد بررسی قرار داد، نتیجه گرفت که کشت بذری و نشاهای با سن ۱۴ و ۲۱ روز میزان عملکرد مشابهی را تولید کردند. امّا نشاکاری موجب زودرسی محصول نسبت به کشت بذری به‌مدت ۸ تا ۱۵ روز شد که این امر می‌تواند به فرار گیاه از تنش‌های احتمالی انتهای فصل کمک کند (Biswaz, 2008). طی یک بررسی دیگر بر روی سه تاریخ کاشت نشاکاری ذرت (۱۷ خرداد، ۱ تیر و ۱۶ تیر) و سه نوع کاشت (کشت بذری، نشا دو هفته‌ای و نشا سه هفته‌ای) گزارش شده است که تیمار نشای سه هفته‌ای در تاریخ کاشت اول دارای بیش‌ترین مقدار شاخص سطح برگ، سرعت رشد محصول و در نتیجه، بالاترین عملکرد علوفه تر و خشک بود (Ghiasabadi et al., 2014).

انجام آزمایش‌های مزرعه‌ای جهت بررسی عواملی مانند تاریخ کاشت پرزحمت بوده و هزینه‌های زیادی دارد (Geerts & Raes, 2009). مدل‌های شبیه‌سازی گیاهی ابزارهای ارزشمندی هستند که می‌توان به‌کمک آن‌ها تأثیر عوامل مختلف مانند تاریخ کاشت (Anapali et al., 2005) و کشت نشایی (Gupta et al., 2012) بر عملکرد را مورد بررسی قرار داد و می‌توان برای برآورد میزان عملکرد، میزان آب و عنصرهای مورد نیاز گیاه در شرایط مختلف به‌کار گرفته شوند (Van Ittersum et al., 2003). مدل‌ها با استفاده از آزمایش‌های مختلف پارامتریابی و ارزیابی می‌شوند و می‌توان از آن‌ها برای سال‌ها و مکان‌های مختلف استفاده کرد (Soltani et al., 2019).

اطلاعات کمی در مورد پارامترهای گیاهی کشت نشایی جهت استفاده در مدل‌های شبیه‌سازی وجود دارد. هدف از این پژوهش برآورد پارامترهای مرتبط با کشت نشایی و استفاده از آن در مدل شبیه‌سازی گیاهی در جهت مقایسه کشت نشایی با کشت بذری در تاریخ کاشت‌های مختلف از نظر روز تا رسیدگی، عملکرد و مصرف آب در شرایط محیطی گرگان بود. همچنین در این پژوهش، مقرون به‌صرفه بودن کشت نشایی با توجه به هزینه بالای تولید نشای محصول پرتراکمی مانند ذرت، انتقال و در نهایت، هزینه کشت نشا نسبت به کشت مستقیم بذر در مزرعه مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

برای انجام این مطالعه، ابتدا یک آزمایش در گلخانه پلاستیکی (بدون کنترل دما و رطوبت) در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان در سال ۱۳۹۷ انجام شد. سپس از نتایج حاصل از این آزمایش، برای شبیه‌سازی عملکرد ذرت در شرایط محیطی گرگان استفاده شد. آزمایش گلخانه‌ای به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار انجام شد. فاکتور اول تعداد بذر در هر خانه (یک بذر و دو بذر)، فاکتور دوم نوع سینی (تزریقی با ابعاد ۵۰×۳۵ و وکیوم با ابعاد ۴۰×۲۰) و فاکتور سوم زمان برداشت (۱۲، ۱۷ و ۲۲ روز پس از کاشت) بودند. برای تولید نشا در سینی از مخلوطی از خاک زراعی، ماسه و کود دامی (به‌ترتیب با نسبت ۱:۱:۳) استفاده شد. لازم به ذکر است که رقم مورد استفاده در این آزمایش سینگل کراس ۷۰۴ بود.

بعد از کشت، آبیاری سینی‌های نشا با استفاده از آبپاش باغبانی و با توجه به دمای هوا و خشکی سطح خاک، حداکثر تا سه مرتبه در روز انجام شد. در طول آزمایش، دمای حداقل و حداکثر، روزانه توسط دماسنج تعبیه شده در کنار سینی‌ها ثبت شد. نشاها در سه مرحله مختلف (۱۲، ۱۷ و ۲۲ روز پس از کاشت) از کف خاک قطع شده و سطح برگ و وزن خشک آن‌ها به تفکیک ساقه و برگ اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری سطح برگ از دستگاه Delta-T استفاده شد. جهت محاسبه وزن خشک برگ، نمونه‌ها به‌مدت ۴۸ ساعت در آون در دمای ۷۲ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند و وزن خشک آن‌ها با استفاده از ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۱ گرم یادداشت شد.

واحد دمایی (TU) برای هریک از تیمارهای سن نشا در بخش آزمایش گلخانه‌ای، با استفاده از مدل SSM_tu_calc محاسبه شد (Soltani & Maddah, 2010). سپس مقادیر واحد دمایی تجمعی (CTU)[1] و سطح برگ نشا به‌عنوان پارامترهای ورودی در مدل SSM-iCrop2 برای شبیه‌سازی کشت نشایی و بررسی روز تا رسیدگی، عملکرد (عملکردهای گزارش شده در این مقاله به‌صورت ماده خشک می‌باشد) و نیاز خالص آبیاری استفاده شدند.

مدل SSM-iCrop2 بر اساس آمار هواشناسی (دمای حداقل، دمای حداکثر، مقدار تابش و میزان بارندگی) و با استفاده از زیر مدل‌های مربوط به فنولوژی، تغییرات سطح برگ، تولید و توزیع ماده خشک و موازنه آب خاک، می‌تواند مراحل نمو فنولوژیک و عملکرد ذرت را محاسبه کند. در این مدل، مراحل فنولوژی براساس مفهوم واحد دمایی و مقدار رطوبت خاک پیش‌بینی می‌شود (Soltani & Sinclair, 2011). همچنین فرض شده است که کمبود عناصر غذایی وجود ندارد و آفات، بیماری‌ها و علف‌هرز نیز به‌طور مؤثر کنترل شدند و شبیه‌سازی در شرایط عدم محدودیت آب انجام شد. این مدل به‌گونه‌ای طراحی شده است که قابلیت استفاده برای تمامی گیاهان زراعی و باغی را دارد، به‌شرطی که برای مناطق مورد مطالعه، پارامتریابی و ارزیابی صورت گرفته باشد. این مدل برای ذرت، توسط فیاضی و همکاران (Fayazi et al., 2019) پارامتریابی شده و نتیجه ارزیابی آن نیز رضایت‌بخش بوده است، طوری‌که جذر میانگین مربعات خطا برحسب درصد از میانگین مشاهده شده برای عملکرد ۱۳٪ و برای نیاز آبیاری ۱۱٪ به‌دست آمده است. شوک گیاهچه که گاهی گزارش شده است در مدل لحاظ نشد که این موضوع باعث شد از یکی از نواقص کشت نشایی صرف نظر گردد.

شبیه‌سازی کشت نشایی ذرت در چهار تاریخ کاشت شامل ۲۰ خرداد (زودهنگام)، ۴ تیر (معمول)، ۲۳ تیر (دیر) و ۵ مرداد (دیرتر) براساس داده‌های هواشناسی ایستگاه هاشم‌آباد گرگان برای ۱۶ سال (۲۰۱۵–۲۰۰۰) انجام شد. تاریخ انتقال نشاها به مزرعه و شروع شبیه‌سازی تولید براساس آزادسازی زمین از محصول پاییزه انتخاب شد. عمدتاً محصول پاییزه در استان گلستان گندم است، بنابراین، این تاریخ بر مبنای زمان برداشت گندم انتخاب شد. برای هر تاریخ کاشت شبیه‌سازی در شرایط کشت بذری (seed) و چهار حالت کشت نشایی با گیاهچه دارای سطح برگ ۱۳ سانتی‌مترمربع در بوته و ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد دمای تجمعی (s_1)، سطح برگ ۱۶ سانتی‌مترمربع در بوته و ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد دمای تجمعی (s_2)، سطح برگ ۱۹ سانتی‌مترمربع در بوته و ۳۰۰ درجه سانتی‌گراد دمای تجمعی (s_3) و سطح برگ ۲۲ سانتی‌مترمربع در بوته و ۳۵۰ درجه سانتی‌گراد دمای تجمعی (s4) انجام شد.

با توجه به اینکه در گرگان، معمولاً بعد از ذرت اقدام به کاشت محصول پاییزه می‌شود، باید محصول تا ابتدای آذر ماه برداشت شود. بنابراین، در شبیه‌سازی تعریف شد که ذرت باید تا اول آذر از مزرعه خارج شده باشد که فرصت کافی برای کشت گیاه بعدی وجود داشته باشد. در هر تیمار، چنان‌چه دوره رشد طبیعی تا اول آذر تکمیل نمی‌شد، مدل دوره رشد گیاه را خاتمه می‌داد و عملکرد و سایر خصوصیات

1-Cumulative Temperature Unit

تا این تاریخ در آنالیزها مورد استفاده قرار گرفته‌اند.

برای شبیه‌سازی تولید ذرت توسط مدل SSM-iCrop2، تراکم هشت بوته در مترمربع (تراکم متداول منطقه) منظور شد. نوع خاک لوم رسی با عمق ۱۲۰ سانتی‌متر، ضرایب آلبیدو معادل ۰/۰۵، فاکتور زهکشی معادل ۰/۲ و شماره منحنی برابر ۸۵، مقدار آب خاک در حالت اشباع ۰/۴۵۸ (میلی‌متر بر میلی‌متر) و مقدار آب در خاک پس از خروج آب ثقلی ۰/۴۰۵ (ظرفیت زراعی، میلی‌متر بر میلی‌متر)، مقدار آب قابل‌دسترس گیاه ۰/۱۷۲ (میلی‌متر آب در یک میلی‌متر خاک) و مقدار آب خاک در نقطه پژمردگی دائم ۰/۲۳۳ (میلی‌متر آب در یک میلی‌متر خاک) بود. شرایط کشت در مدل آبی لحاظ شد و آبیاری وقتی کسر آب قابل دسترس خاک به کمتر از ۰/۵ کاهش می‌یافت، انجام می‌شد (Soltani et al., 2018).

برای مقایسه شاخص اقتصادی کشت نشایی و بذری هزینه‌های این دو نوع کشت به این صورت محاسبه شد که هزینه‌های کشت بذری شامل اجاره زمین، آماده‌سازی زمین (شخم، دیسک، حمل کود و بذر و سایر عملیات)، کاشت شامل (تهیه بذر ضدعفونی شده و بذرپاشی با ردیف‌کار)، داشت (کود اوره، پتاسه، فسفات، ریزمغذی، هزینه کودپاشی، علف‌کش، حشره‌کش، سم‌پاش و اجاره سم‌پاش، آب بها، آبیاری، وجین، تنک، واکاری، هزینه‌های جاری و متفرقه)، برداشت (چاپر)، سود سرمایه در گردش و کشت نشایی شامل اجاره زمین، آماده‌سازی زمین (شخم، دیسک، حمل کود و بذر و سایر عملیات)، کاشت (کلیه هزینه‌های نشاکاری داخل گلخانه مثل تهیه خاک، سینی، چتایی، تهیه بذر ضدعفونی شده، کارگر کشت بذر در سینی، هرس هوا، کارگر نگهداری سینی‌های نشا تا انتقال، انتقال نشا به دستگاه، انتقال نشا از خزانه به زمین (کرایه)، کارگر دستگاه نشاکار، کود مایع و اوره، دستگاه نشاکار (اجاره)، انتقال آن به مزرعه با جرثقیل (رفت و برگشت) و استقرار نوار تیپ)، داشت (کود اوره، پتاسه، فسفات، ریزمغذی، هزینه کودپاشی، علف‌کش، حشره‌کش، سم‌پاش و اجاره سم‌پاش، آب بها، آبیاری، هزینه‌های جاری و متفرقه)، برداشت (چاپر) و سود سرمایه در گردش بود که با استفاده از پرسش‌نامه از کشاورزان و کارشناسان منطقه جمع‌آوری شد. مقدار درآمد ناخالص از حاصل‌ضرب عملکرد در قیمت هر واحد دانه ذرت به‌دست آمد. مقدار عملکرد محصول برای تیمار نشایی و بذری توسط مدل شبیه‌سازی شده بود. همچنین قیمت هر کیلوگرم ذرت دانه‌ای ۱۰۸۶ تومان در نظر گرفته شد (سازمان جهاد کشاورزی استان گلستان). مقدار درآمد خالص برای هر نوع کاشت در تاریخ کاشت‌های مختلف، از اختلاف بین درآمد ناخالص و هزینه‌ها به‌دست آمد.

آنالیز آماری داده‌ها در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با نرم‌افزار SAS (Soltani, 2007) انجام شد. تجزیه واریانس نیز به این صورت که سال به‌عنوان تکرار و کشت بذری و نشایی (s_1, s_2, s_3, s_4) به‌عنوان تیمار برای هر تاریخ کاشت منظور شد، به‌طور جداگانه انجام شد. نمودارها نیز در نرم‌افزار Excel رسم شدند.

نتایج و بحث

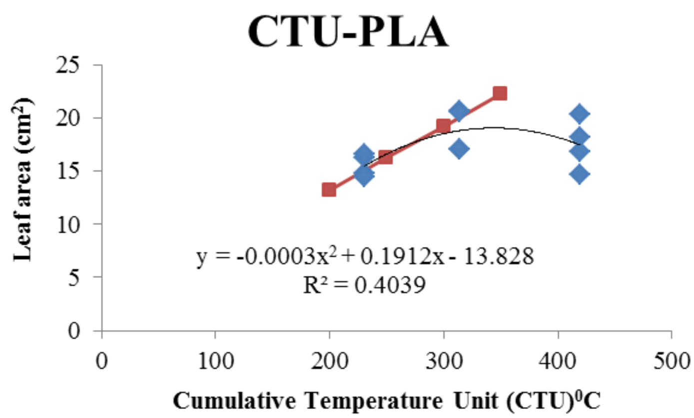
آزمایش گلخانه‌ای

رابطه سطح برگ گیاهچه و واحد دمایی تجمعی برای کلیه تیمارهای آزمایش در شکل ۱ نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود یک رابطه رگرسیونی درجه دو، تغییرات سطح برگ کلیه تیمارهای آزمایشی را در مقابل واحد دمایی توجیه می‌کند. امّا مشاهده شد که سطح برگ تا واحد دمایی ۳۰۰ درجه سانتی‌گراد افزایش یافته و پس از آن ثابت شده و کاهش پیدا کرد. از آن‌جایی که نگه داشتن گیاهچه به‌مدت طولانی منطقی نیست از بخش اولیه این داده‌ها (واحد دمایی ۳۱۴ درجه سانتی‌گراد و کمتر) استفاده و یک رابطه خطی برازش داده شد. از این رابطه خطی برای انتخاب چهار مقدار سطح برگ گیاهچه و واحد دمایی در قسمت شبیه‌سازی استفاده شد که شامل نشا با سطح برگ ۱۳ سانتی‌مترمربع در بوته و ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد دمای تجمعی (s_1)، سطح برگ ۱۶ سانتی‌مترمربع در بوته و ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد دمای تجمعی (s_2)، سطح برگ ۱۹ سانتی‌مترمربع در بوته و ۳۰۰ درجه سانتی‌گراد دمای تجمعی (s_3) و سطح برگ ۲۲ سانتی‌مترمربع در بوته و ۳۵۰ درجه سانتی‌گراد دمای تجمعی (s_4) بودند.

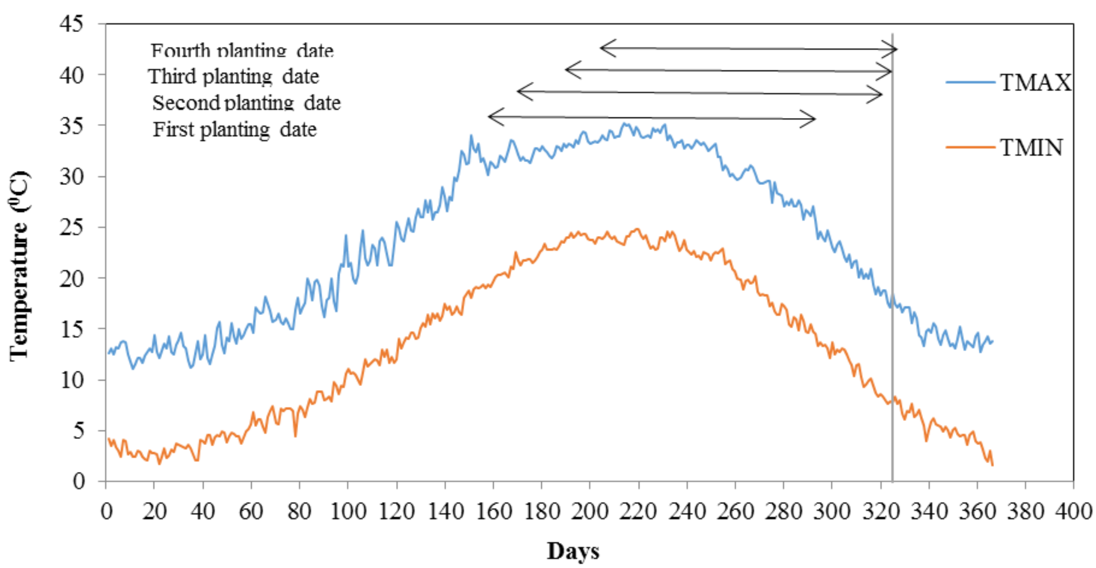
شرایط محیطی

شکل۲ نشان‌دهنده آمار دمای درازمدت گرگان است که شامل اطلاعات هواشناسی مورد نیاز مثل حداکثر و حداقل دمای هوا بوده که از ایستگاه هواشناسی هاشم‌آباد برای ۱۶ سال (۲۰۱۵-۲۰۰۰) جمع‌آوری شده است. میزان بارندگی سالانه گرگان حدود ۵۱۸/۲ میلی‌متر و میانگین کل دمای سالانه ۱۸/۳ درجه سانتی‌گراد بود. میانگین دمای روزانه در طول سال بین ۳ تا ۳۵ درجه متغیر بود. متوسط دما برای دوره رشدی ذرت حدود ۲۴/۵ درجه سانتی‌گراد و

میزان بارندگی برای این دوره به‌طور میانگین حـدود ۲۰۷ میلـی‌متـر بوده است. محدوده هر تاریخ کاشت توسط پیکان‌ها نشان داده شـده است. خط عمودی، ۱ آذر را نشان داده که در این مطالعه فرض شـد گیاه ذرت باید در این تاریخ از مزرعه خارج شـود تـا در کشـت گیـاه بعدی (گندم) اختلال ایجاد نکند.



شکل ۱- رابطه بین سطح برگ نشای ذرت با واحد دمایی تجمعی بر اساس اطلاعات به‌دست آمده از آزمایش گلخانه‌ای
Fig. 1- Relationship between seedling leaf area and CTU based on greenhouse experiment



شکل ۲- میانگین حداقل و حداکثر دمای روزانه از فروردین لغایت اسفند (۲۰۱۵-۲۰۰۰) - ایستگاه هواشناسی هاشم‌آباد
Fig. 2- Minimum and maximum temperature of weather station of Hashem Abad from March to February (2000-2015)

آزمایش شبیه‌سازی

روز تا رسیدگی

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها برای روز تا رسیدگی شبیه‌سازی شده نشان داد که اثر نوع کاشت بـر طـول دوره رشـدی ذرت در تـاریخ کاشت‌های ۲۰ خرداد (زودهنگام) و ۴ تیر (معمول)، در سطح احتمـال یک درصد و در تاریخ کاشت ۲۳ تیر (دیـر)، در سـطح احتمـال پـنج درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). این درحالی است که در تاریخ کاشت ۵ مرداد (دیرتر) اختلاف بین کشت نشایی و کشت بذری معنی‌دار نبود. در ۲۰ خرداد دوره رسیدگی کشت بذری ۱۳۵ روز طول کشید، ولی در کشت نشایی تیمار S_1 با ۱۱۹ روز بیش‌ترین طـول دوره رسـیدگی و

تیمار s_4 با ۱۰۹ روز کوتاه‌ترین طول دوره رسیدگی را داشت. در ۴ تیر دوره رسیدگی کشت بذری ۱۴۷ روز به‌طول انجامید، امّا در کشت نشایی تیمار s1 بیش‌ترین طول دوره رسیدگی را با ۱۲۸ روز و تیمار s_4 با ۱۱۴ روز کوتاه‌ترین طول دوره رسیدگی را دارا بود. در نتایج شبیه‌سازی برای تاریخ کاشت ۲۳ تیر مشاهده شد که زمان برداشت برای تیمارهای کشت بذری و نشایی (s_1 و s_2) از اول آذر گذشت. بنابراین، در عمل این دو تیمار در تاریخ کاشت ۲۳ تیر قابل اجرا نبودند. امّا دوره رسیدگی تیمار s_3 ۱۳۱ روز طول کشید که دقیقاً مصادف با اول آذر بود و تیمار s4 نیز طی ۱۲۹ روز به رسیدگی رسیده بود (شکل ۳، جدول ۲).

بنابراین، اگر به هر دلیلی کشت ذرت با تأخیر روبرو شد، فقط در تاریخ ۲۳ تیر و تنها با استفاده از نشاهای درشت (s_3 و s_4) می‌توان اقدام به کشت ذرت کرد. گیاه ذرت به‌دلیل گرمادوست بودن و همچنین بالاتر بودن دمای هوا در تاریخ کاشت زودهنگام و معمول، دارای دوره رشد کوتاه‌تری نسبت به دو تاریخ کاشت دیگر بود که این کاهش دوره در اندازه گیاهچه‌های کوچک‌تر (s_3 و s_4) تأثیر بیشتری داشت ،چون مقداری از رشد خود را در گلخانه گذرانده بود. طبق نتایج برخی از محققین در کشت نشایی، ذرت در حدود ۱۰ تا ۱۴ روز زودتر به مرحله ظهور گل تاجی رسید. بنابراین، در حدود ۱۰ روز فرصت زمانی بیشتر برای پر شدن دانه داشت و همین امر باعث می‌شود که دانه‌ها بهتر پر و وزن بلال و عملکرد دانه افزایش یابد (Yang & Yang, 1998).

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر تاریخ کاشت بر روز تا رسیدگی، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و شاخص برداشت

Table 1- Analysis of variance for the effects of planting date on days to maturity, biological yield, seed yield and harvest index

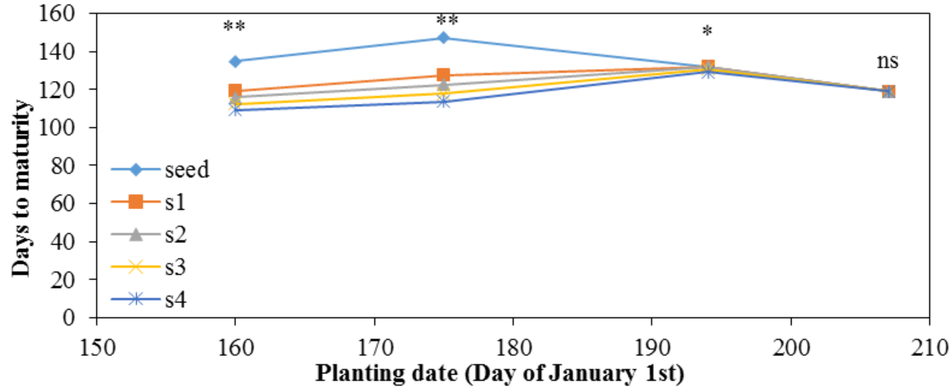
		میانگین مربعات Mean of squares			
	درجه آزادی d.f	روز تا رسیدگی Days to maturity	عملکرد بیولوژیک Biological yield	عملکرد دانه Seed yield	شاخص برداشت Harvest index
تاریخ کاشت اول First planting date					
نوع کاشت Planting type	4	1589.63**	1327.76^{ns}	473.92^{ns}	1.54^{ns}
خطا Error	75	26.48	11428.32	3450.60	1.008
تاریخ کاشت دوم Second planting date					
نوع کاشت Planting type	4	2716.33**	1273.14^{ns}	833.66^{ns}	0.10^{ns}
خطا Error	75	38.11	82.15386	4730.47	1.04
تاریخ کاشت سوم Third planting date					
نوع کاشت Planting type	4	21.95*	208140.82**	650203.39**	622.61**
خطا Error	75	6.90	17041.20	12672.36	10.78
تاریخ کاشت چهارم Fourth planting date					
نوع کاشت Planting type	4	0$^{ns''}$	526072.04**	685759.10**	815.98**
خطا Error	75	0	25402.65	19057.83	20.65

ns، غیر معنی‌دار، * و **: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

ns: non-significant, * and **: Significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

": در تاریخ چهارم، به‌دلیل برخورد تاریخ برداشت به اول آذر روز تارسیدگی در انواع روش‌های کاشت یکسان بود.

": Since harvest time was occurred after 22 November for fourth planting date, days to maturity have been considered the same for all planting types.



شکل ۳- روز تا رسیدگی شبیه‌سازی شده برای تیمارهای مختلف نشایی (s_1 و s_2 و s_3 و s_4) و بذری (seed) در تاریخ کاشت‌های مختلف (۲۰۱۵-۲۰۰۰)

Fig. 3- Simulated days to maturity for transplanting (s_1, s_2, s_3, s_4) and direct seeded (seed) treatments at different planting dates (2000-2015)

لازم به ذکر است که در تاریخ کاشت آخر همه تیمارها و در تاریخ کاشت ماقبل آخر تیمارهای seed، S_1 و s_2 باعث اختلال در کشت محصول بعدی می‌شوند و قابلیت اجرایی و توصیه ندارند.

ns غیر معنی‌دار، * و **: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

It is notable that due to impair of all treatments at fourth planting date and the treatments including direct-seeded, s_1 and s_2 at third planting date for next crop cultivation, these treatments are not recommended.
ns: non-significant, * and **: Significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

عملکرد دانه

نتایج به‌دست آمده از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثر نوع کاشت بر عملکرد دانه ذرت در تاریخ کاشت‌های ۲۰ خرداد و ۴ تیر، معنی‌دار نبود. مقدار عملکرد در این دو تاریخ به‌طور میانگین حدود ۱۳۳۰ گرم در مترمربع بود. امّا در تاریخ کاشت‌های ۲۳ تیر و ۵ مرداد، اختلاف بین کشت نشایی و کشت بذری در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). در تاریخ کاشت ۲۳ تیر کشت بذری و نشایی (s1 و s2) باعث اختلال در کشت محصول بعدی شدند بنابراین، در عمل قابل اجرا و توصیه نیستند. امّا تیمارهای کشت نشایی (s3 و s4) زودتر رسیده بودند و به‌ترتیب ۱۲۵۱ و ۱۲۹۵ گرم در مترمربع عملکرد تولید کرده و قابل توصیه هستند (شکل۴). در تاریخ کاشت ۵ مرداد هیچ-کدام از تیمارها نتوانستند رشد و نمو خود را قبل از اول آذر به اتمام برسانند. برخی از محققین علت کاهش عملکرد ذرت را با تأخیر در تاریخ کاشت این گونه تفسیر می‌نماید که دماهای پایین نیز در مرحله ظهور گل‌آذین نر و ماده و مراحل بعدی رشد، بر عملکرد تأثیر منفی دارد و به‌عنوان مثال در دماهای پایین انتقال آسیمیلات‌ها به‌سوی دانه‌های در حال رشد با سرعت کمتری انجام می‌گیرد (Hashemi Dezfouli et al., 2001). محققین دیگر نیز به کاهش عملکرد ذرت در اثر تأخیر در کاشت اشاره کرده‌اند (Mokhtarpour et al., 2007) که نتایج این تحقیق با آزمایش‌های مذکور مطابقت دارد. زینالی (Zeinali, 2000) در بررسی سه تاریخ کاشت ۳ و ۲۰ تیر ماه و ۴ مرداد ماه در منطقه گرگان نتیجه گرفت که کاهش دمای هوا از میانه دوره رشد در تاریخ کشت ۴ مرداد سبب کاهش شاخص سطح برگ، سرعت رشد نسبی و سرعت رشد ذرت شده و در نتیجه، عملکرد محصول را کاهش می‌دهد.

مقدار نیاز خالص آبیاری

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که بین روش‌های کاشت از نظر مقدار آب آبیاری ذرت در تاریخ کاشت‌های ۲۰ خرداد (زودهنگام)، ۴ تیر (معمول) و ۲۳ تیر (دیر) تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (جدول۳). دلیل این امر در قسمت دلایل عدم اختلاف بین کشت نشایی و بذری توضیح داده شده است. مقدار آب آبیاری در تاریخ کاشت زودهنگام ۴۳۴ میلی‌متر، تاریخ کاشت معمول ۴۱۶ میلی‌متر و تاریخ کاشت دیر (s_3 و s_4) حدود ۳۸۱ میلی‌متر بود (شکل ۵). کشت بذری و نشایی (s_1 و s_2) در تاریخ کاشت دیر و همه انواع کشت (بذری و نشایی s_1 و s_2 و s_3 و s_4) در تاریخ کاشت دیرتر، از اول آذر گذشته و بنابراین، قابلیت اجرایی نداشتند.

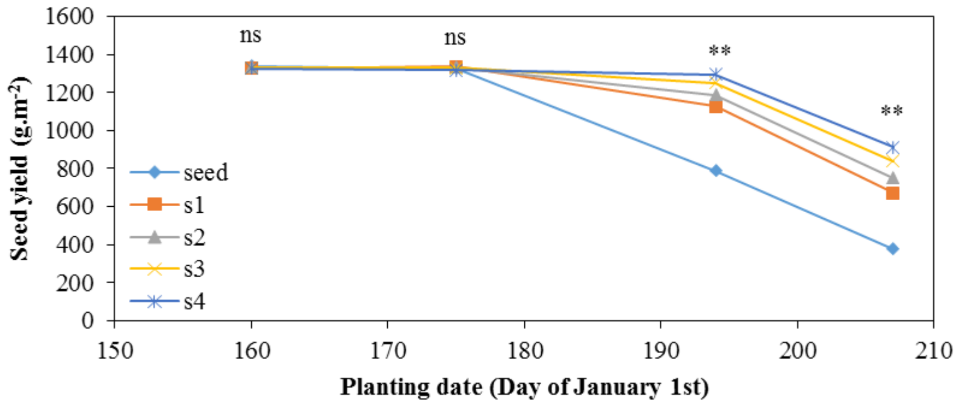
جدول ۲- مقادیر روز تا رسیدگی و تاریخ برداشت برای انواع کشت در تاریخ کاشت‌های ۲۰ خرداد، ٤ تیر، ۲۳ تیر و ۵ مرداد و بررسی ایجاد اختلال در هر یک از آن‌ها

Table 2- Days to maturity and harvest date for different planting types at planting dates of 9th June, 24th June, 13th July and 26th July and evaluating the impair in each of them.

تاریخ کاشت Planting date	نوع کاشت Planting type	روز تا رسیدگی Days to maturity	تاریخ برداشت Harvest date	روز برداشت (میلادی) Harvest day (AD)	اختلال Impair*
۲۰ خرداد 9th June	بذری Seed	135	۱ آبان 23 Oct	295	خیر No
	نشایی ۱ s_1	119	۱۵ مهر 7 Oct	279	خیر No
	نشایی ۲ s_2	116	۱۲ مهر 4 Oct	276	خیر No
	نشایی ۳ s_3	113	۹ مهر 1 Oct	273	خیر No
	نشایی ۴ s_4	109	۵ مهر 27 Sep	269	خیر No
۴ تیر 24 June	بذری Seed	147	۲۸ آبان 19 Nov	322	خیر No
	نشایی ۱ s_1	128	۹ آبان 31 Oct	303	خیر No
	نشایی ۲ s_2	122	۳ آبان 25 Oct	297	خیر No
	نشایی ۳ s_3	118	۲۹ مهر 21 Oct	293	خیر No
	نشایی ۴ s_4	114	۲۵ مهر 17 Oct	289	خیر No
۲۳ تیر 13th July	بذری Seed	132	۲ آذر 23 Nov	326	بله Yes
	نشایی ۱ s_1	132	۲ آذر 23 Nov	326	بله Yes
	نشایی ۲ s_2	132	۲ آذر 23 Nov	326	بله Yes
	نشایی ۳ s_3	131	۱ آذر 22 Nov	325	خیر No
	نشایی ۴ s_4	129	۲۹ آبان 20 Nov	323	خیر No
۵ مرداد 26th July	بذری Seed	119	۲ آذر 23 Nov	326	بله Yes
	نشایی ۱ s_1	119	۲ آذر 23 Nov	326	بله Yes
	نشایی ۲ s_2	119	۲ آذر 23 Nov	326	بله Yes
	نشایی ۳ s_3	119	۲ آذر 23 Nov	326	بله Yes
	نشایی ۴ s_4	119	۲ آذر 23 Nov	326	بله Yes

اختلال در کشت محصول بعدی*

impair in sowing of next crop



شکل ٤- عملکرد شبیه‌سازی شده برای تیمارهای مختلف نشایی (s_1 و s_2 و s_3 و s_4) و بذری (seed) در تاریخ کاشت‌های مختلف (۲۰۱۵-۲۰۰۰)

Fig. 4- Simulated yield (g.m^{-2}) for transplanting (s_1, s_2, s_3, s_4) and direct seeded (seed) treatments at different planting dates (2000-2015)

لازم به ذکر است که در تاریخ کاشت آخر همه تیمارها و در تاریخ کاشت ماقبل آخر تیمارهای seed، s_1 و s_2 باعث اختلال در کشت محصول بعدی می‌شوند و قابلیت اجرایی و توصیه ندارند.

ns: غیر معنی‌دار، * و **: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

It is notable that due to impair of all treatments at fourth planting date and the treatments including direct-seeded, s_1 and s_2 at third planting date for next crop cultivation, these treatments are not recommended.
ns: non-significant, * and **: Significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

برخلاف نتایج به‌دست آمده در این مطالعه، برخی از محققین در بررسی و مقایسه بهره‌وری آب در کشت نشایی و بذری ذرت در رژیم-های مختلف آبیاری در منطقه خراسان نتیجه گرفتند که کشت نشایی ذرت علاوه‌بر افزایش عملکرد بلال سبب کاهش حجم آب مصرفی نیز شد و این باعث افزایش بهره‌وری مصرف آب در کشت نشایی شده است (Zolfagharan et al., 2016). همچنین فانادزو و همکاران (Fanadzo et al., 2010) و اسوالد و همکاران (Oswald et al., 2001) امکان صرفه‌جویی در مصرف آب را در کشت نشایی گزارش کردند.

دلایل عدم اختلاف بین کشت نشایی و بذری

علت عدم اختلاف از نظر عملکرد یا مصرف آب بین کشت نشایی و بذری ممکن است سوال برانگیز باشد. چون کشت بذر در گلخانه نسبت به کشت بذر در مزرعه زودتر اتفاق می‌افتد، انتظار می‌رود رشد و تولید بیشتری داشته و آب کمتری هم مصرف کند، امّا در شبیه-سازی این نتیجه حاصل نشد. دلیل این موضوع با استفاده از داده‌های روزانه سطح برگ و سرعت رشد شبیه‌سازی شده مربوط به سال ۲۰۰۲ توضیح داده شد (شکل ۶).

در ابتدای دوره رشد، کشت نشایی در مقایسه با کشت بذری دارای گیاهچه‌هایی با سطح برگ کوچک‌تر و رشد بیشتری بودند بنابراین، تعرق بیشتر داشته و منجر به افزایش مصرف آب در ابتدای فصل رشد شدند. در مقابل، کشت بذری در مقایسه با کشت نشایی در انتهای فصل رشد، سطح برگ کوچک‌تر و رشد بیشتری داشت. از طرفی دیگر، با تأخیر در زمان رسیدگی در کشت بذری نسبت به کشت نشایی، گیاه در انتهای فصل با دماهای خنک‌تر و بارندگی‌های پاییزه برخورد کرد که این موضوع باعث کاهش تعرق و کاهش نیاز آبی کشت بذری در انتهای فصل رشد نسبت به کشت نشایی شد که این دلایل، علت عدم معنی‌داری صفت عملکرد و مقدار آب آبیاری در کشت بذری و نشایی می‌باشد (شکل ۵، ۶ و۷).

ارزیابی اقتصادی

با توجه به هزینه بالای تولید نشای گیاهان پرتراکم مثل ذرت و هزینه بالای انتقال و کاشت نشا نسبت به کشت مستقیم بذر، مقرون به‌صرفه بودن کشت نشایی بایستی بررسی گردد. ارزیابی اقتصادی داده‌های مربوط به کاشت، داشت و برداشت در سال ۹۷ انجام شد. لذا با فرض ثابت بودن قیمت محصول در بازار برای هر دو نوع کاشت و بر اساس تولید هر کیلوگرم محصول در هکتار، شاخص‌های اقتصادی شامل درآمد ناخالص، درآمد خالص و سود سرمایه در گردش با استفاده از معادلات زیر محاسبه گردید.

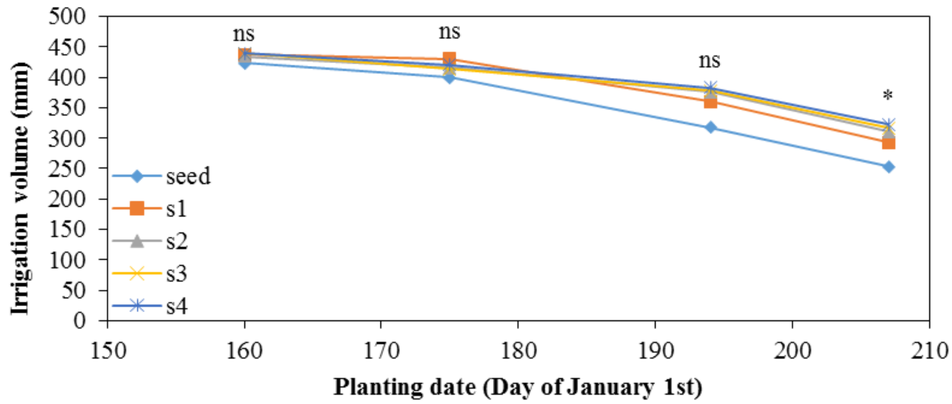
جدول ۳- تجزیه واریانس اثر تاریخ کاشت بر مقدار آب آبیاری، تعداد آب آبیاری، تبخیر، تعرق، تبخیر و تعرق تجمعی

Table 3- Analysis of variance for the effects of planting date on irrigation amount, irrigation numbers, evaporation, transpiration and cumulative evapotranspiration

		میانگین مربعات Mean of squares				
	درجه آزادی d.f	مقدار آب آبیاری Irrigation amount	تعداد آب آبیاری Irrigation numbers	تبخیر Evaporation	تعرق Transpiration	تبخیر و تعرق تجمعی Cumulative evapotranspiration
تاریخ کاشت اول First planting date						
نوع کاشت Planting type	4	757.57^ns^	2.56^ns^	2664.29**	266.78^ns^	1412.30^ns^
خطا Error	75	5845.20	1.04	544.29	2369.26	2689.23
تاریخ کاشت دوم Second planting date						
نوع کاشت Planting type	4	1924.29^ns^	1.16^ns^	3518.92**	698.96^ns^	1450.96^ns^
خطا Error	75	5819.87	0.95	599.52	2602.89	2714.88
تاریخ کاشت سوم Third planting date						
نوع کاشت Planting type	4	11523.08^ns^	4.95**	601.42^ns^	11584.76**	8462.10*
خطا Error	75	5787.55	1.20	579.55	2515.20	3364.84
تاریخ کاشت چهارم Fourth planting date						
نوع کاشت Planting type	4	12700.56*	5.18**	802.57^ns^	20020.95**	12861.48**
خطا Error	75	4792.46	1.17	407.39	2655.28	2433.48

ns: غیر معنی‌دار، * و **: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

ns: non-significant, * and **: Significant at 5% and 1% probability levels, respectively.



شکل ۵- مقدار آب آبیاری شبیه‌سازی شده برای تیمارهای مختلف نشایی (s_1 و s_2 و s_3 و s_4) و بذری (seed) در تاریخ کاشت‌های مختلف (۲۰۱۵-۲۰۰۰)

Fig. 5- Simulated irrigation volumes (mm) for transplanting (s_1, s_2, s_3, s_4) and direct seeded (seed) treatments at different planting dates (2000-2015)

لازم به ذکر است که در تاریخ کاشت آخر همه تیمارها و در تاریخ کاشت ماقبل آخر تیمارهای seed، s_1 و s_2 باعث اختلال در کشت محصول بعدی می‌شوند و قابلیت اجرایی و توصیه ندارند.

ns: غیر معنی‌دار، * و **: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

It is notable that due to impair of all treatments at fourth planting date and the treatments including direct-seeded, s_1 and s_2 at third planting date for next crop cultivation, these treatments are not recommended.
ns: non-significant, * and **: Significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

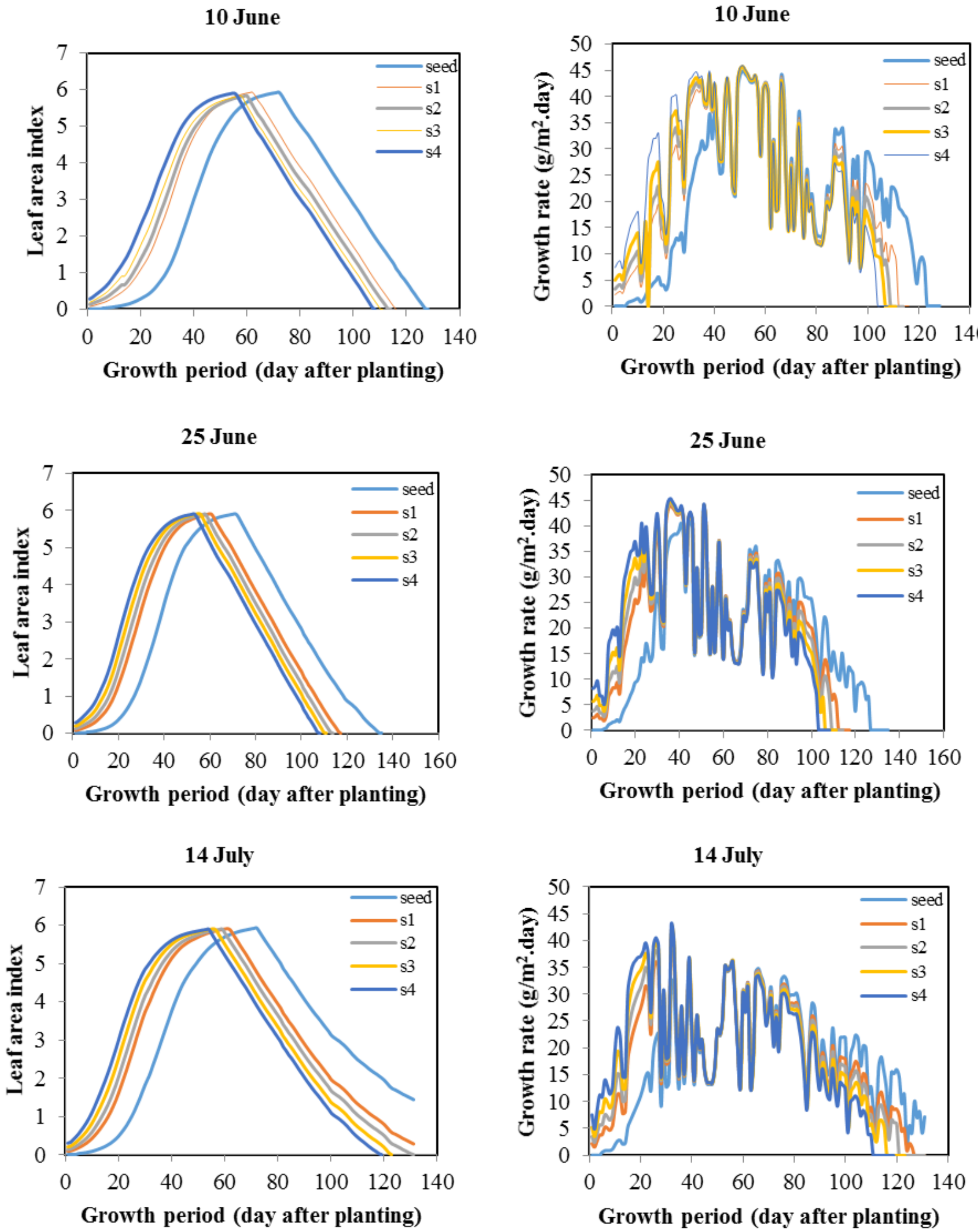
جدول ٤- ارزیابی اقتصادی در دو روش کشت نشایی و بذری ذرت براساس فهرست بهای سال ۹۷ (واحد: تومان در هکتار)*

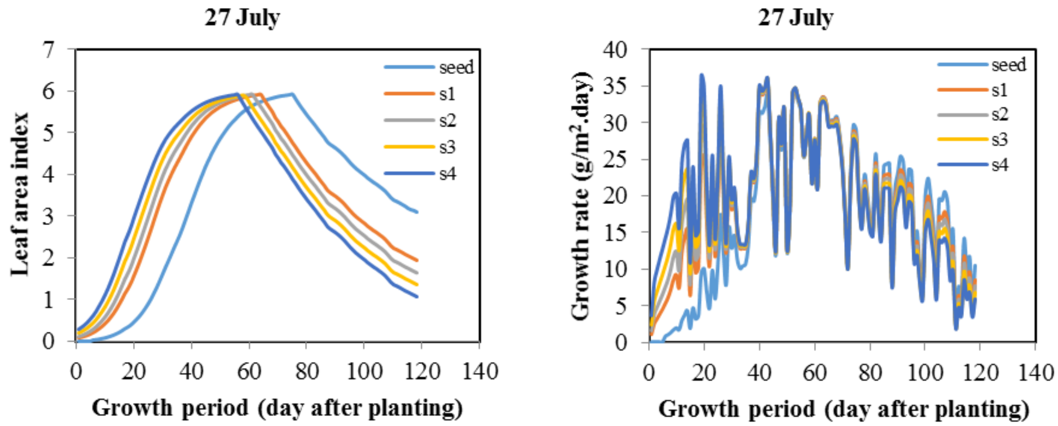
Table 4- Economic evaluation of transplanting and direct-seeded method for Maize based on price list 2018 (Toman per hectare)

هزینه‌ها Costs	تیمار Treatments	بذرکاری Direct-seeded	نشاکاری Transplanting
هزینه‌ها Costs	اجاره زمین Field rental	2500000	2500000
	آماده‌سازی زمین Filed preparation	547200	617200
	کاشت Cultivation	474444	10081479
	داشت Management	4128898	4085134
	برداشت Harvest	500000	500000
	سود سرمایه در گردش Circulating capital gain	1222194	2667230
	مجموع Total	9370151	20448767
درآمدها Incomes	درآمد ناخالص Gross income	11946000	11946000
	درآمد خالص Net income	2575849	-8502767

*: هزینه‌های موجود از ۲۰ کارشناس یا کشاورز در سال ۹۷ تهیه و درآمدها محاسبه شده است.

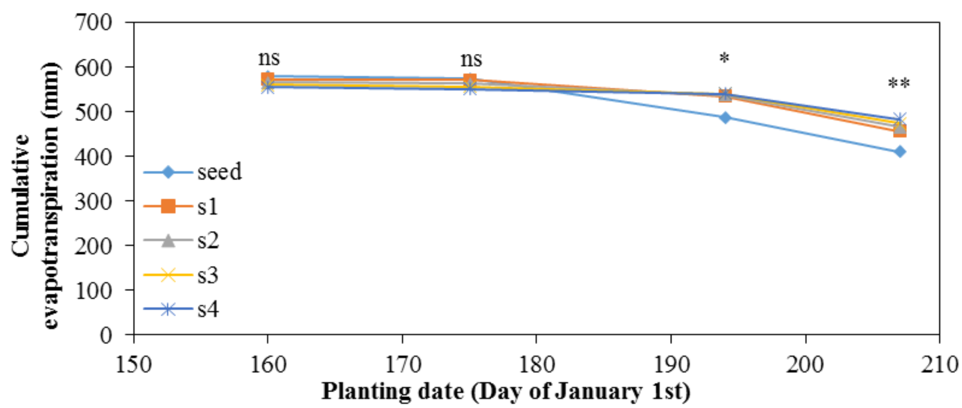
* The data has been estimated based on information obtained from 20 farmers or experts in 2018.


10 June
Leaf area index
Growth period (day after planting)
seed
s1
s2
s3
s4
10 June
Growth rate (g/m².day)
Growth period (day after planting)
25 June
Leaf area index
Growth period (day after planting)
25 June
Growth rate (g/m².day)
Growth period (day after planting)
14 July
Leaf area index
Growth period (day after planting)
14 July
Growth rate (g/m².day)
Growth period (day after planting)



شکل ٦– روند تغییرات سطح برگ و سرعت رشد روزانه برای سال ۲۰۰۲ برای تیمارهای نشایی (s_1 و s_2 و s_3 و s_4) و بذری (seed) در تاریخ کاشت‌های مختلف

Fig. 6- Trend of leaf area and daily growth rate changes for transplanting (s_1, s_2, s_3, s_4) and direct seeded (seed) treatments at different planting dates (2002)



شکل ۷– تبخیر تعرق تجمعی شبیه‌سازی شده برای تیمارهای مختلف نشایی (s_1 و s_2 و s_3 و s_4) و بذری (seed) در تاریخ کاشت‌های مختلف (۲۰۰۰-۲۰۱۵)

Fig. 7- Simulated evapotranspiration for transplanting (s_1, s_2, s_3, s_4) and direct seeded (seed) treatments at different planting dates (2000-2015)

لازم به ذکر است که در تاریخ کاشت آخر همه تیمارها و در تاریخ کاشت ماقبل آخر تیمارهای seed، s_1 و s_2 باعث اختلال در کشت محصول بعدی می‌شوند و قابلیت اجرایی و توصیه ندارند.

ns: غیر معنی‌دار، * و **: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

It is notable that due to impair of all treatments at fourth planting date and the treatments including direct-seeded, s_1 and s_2 at third planting date for next crop cultivation, these treatments are not recommended.

ns: non-significant, * and **: Significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

* قیمت محصول در بازار × عملکرد محصول زراعی = درآمد ناخالص (۱)

هزینه‌ها – درآمد ناخالص = درآمد خالص (۲)

** ۱۵٪ × (هزینه برداشت + هزینه داشت + هزینه کاشت + هزینه آماده‌سازی خاک + هزینه اجاره زمین) = سود سرمایه در گردش (۳)

* قیمت تضمینی محصول توسط جهاد کشاورزی استان گلستان در سال ۹۷ تعیین شد (۱۰۸۶ تومان).

** درصد سود بانکی

نتایج تجزیه اقتصادی نشان داد که با توجه به برابر بودن

عملکرد و قیمت ذرت دانه‌ای در کشت نشایی و بذری، درآمد ناخالص هر دو نوع کشت با هم برابر بوده و همچنین به‌علت بالا بودن هزینه‌های کشت نشایی نسبت به بذری، درآمد خالص کشت نشایی منفی شده و شامل ضرر و زیان بود (جدول ۴). دلیل بالا بودن هزینه‌های کشت نشایی، اضافه شدن هزینه‌های مربوط به گلخانه، انتقال نشاها به مزرعه، عملیات کاشت آن‌ها و هزینه‌های مربوط به نوار تیپ بود. بنابراین، کشت نشایی ذرت ظاهراً توجیه اقتصادی مناسبی برای بهره‌وری بالاتر آب و عملکرد نداشته و توصیه نمی‌شود. فقط درآمد خالص کشت بذری در صورت مدیریت مطلوب و حصول عملکرد بالا مثبت بود. طبق مطالب پیش گفته در این مطالعه عملکرد ذرت دانه‌ای برای تیمار نشایی و بذری در تاریخ کاشت معمول (۴ تیر) توسط مدل شبیه‌سازی شده بود که به‌صورت ۷۰ درصد عملکرد پتانسیل لحاظ شد و در هر دو نوع کشت برابر ۱۱ تن در هکتار بود. لازم به یادآوری است که عملکرد مزارع ذرت دانه‌ای در کشورهای پیشرفته بیش از ۱۰ تن در هکتار می‌باشد (FAO, 2014).

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که کشت بذری در تاریخ کاشت زودهنگام (۲۰ خرداد) و معمول (۴ تیر) باعث اختلال در کشت محصول بعدی نمی‌شود و قابل توصیه است، ولی در تاریخ‌های دیرتر باعث تداخل در کشت محصول بعدی که عمدتاً گندم است، خواهد شد. امّا زمانی که تاریخ کاشت برای محصول ذرت دیر شده باشد (۲۳تیر)، می‌توان با کشت نشایی فقط در صورت استفاده از نشاهای درشت (s3 و s4 به‌ترتیب دارای سطح برگ ۱۹ و ۲۲ سانتی‌مترمربع در بوته)، از طریق زودرس کردن گیاه، از برخورد برداشت ذرت با کشت گیاه زمستانه بعدی جلوگیری نمود و اختلال در سیستم زراعی را مرتفع ساخت. در تاریخ کاشت ۲۰ خرداد و ۴ تیر به لحاظ عملکرد دانه تفاوت معنی‌داری بین کشت بذری و نشایی مشاهده نشد و برای هر دو نوع کشت، عملکرد دانه حدود ۱۳۳۰ گرم در مترمربع شبیه‌سازی شد. در ۲۳ تیر عملکرد دانه حاصله از کشت نشایی (s_3 و s_4) به‌ترتیب ۱۲۵۱ و ۱۲۹۵ گرم در مترمربع بود. در تاریخ کاشت دیرتر (۵ مرداد) هر دو نوع کشت بذری و نشایی قابل توصیه نیستند، چون قبل از اول آذر قابل برداشت نخواهند بود و کشت گیاه بعدی را مختل می‌کنند. مقدار آب آبیاری در هیچ یک از تاریخ کاشت‌های اول، دوم و سوم کاهش معنی‌داری ندارد، چون در ابتدای فصل رشد به‌دلیل وجود سطح برگ بیشتر در کشت نشایی تبخیر تعرق بیشتری صورت می‌گیرد. در این سه تاریخ و برای تیمارهای مختلف کشت نشایی و بذری، میانگین مقدار آب آبیاری حدود ۴۰۴ میلی‌متر بود. مقایسه بازدهی اقتصادی کشت بذری و نشایی نشان داد که با توجه به میزان محصول برداشتی در شرایط فعلی، درآمد خالص کشت نشایی منفی، امّا کشت بذری مثبت بود. بنابراین، با توجه به زیان‌ده بودن کشت نشایی، کشاورزان تا زمانی‌که هزینه بالای این نوع کشت با پرداخت یارانه یا سایر روش‌ها جبران نگردد، از کشت نشایی استقبال نخواهند کرد.

سپاسگزاری

این پژوهش با کمک سازمان جهاد کشاورزی گرگان انجام شده که مراتب سپاس و قدردانی اعلام می‌گردد. همچنین از کلیه محققان، کشاورزان و کارشناسان استان گلستان به‌دلیل همکاری در طول انجام این تحقیق قدردانی می‌شود. این مقاله از پایان نامه تز کارشناسی ارشد از دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان استخراج شده است.

References

Anapali, S.S., Ma, L., Nielsen, D.C., Vigil, M.F., and Ahuja, L.R., 2005. Simulating planting date effects on corn production using RZWQM and CERES-Maize models. Agronomy Journal 97(1): 58-71.

Badran, M.S.S., 2001. Effect of transplanting and seedling ages on grain yield and its components of some maize cultivars. Alexandria Journal of Agricultural Research 46(2): 47–56.

Biswas, M., 2008. Effect of seeding age and variety on the yield and yield attributes of transplanted maize. International Journal of Sustainable Crop Production 3(6): 58-63.

Coordination Management of Kermanshah vince Agricultural Jihad Organization., 2016. Maize transplanting. http://agrilib.areo.ir/book_2519.html. p. 44. (In Propersian)

Daneshian, J., Jamshidi, E., Ghalavand, A., and Farrokhi, E., 2008. Determination of the suitable plant density and planting date for new hybrid (CMS-26 × R-103) of sunflower (*Helianthus annuus* L.). Iranian Journal of Crop

Sciences 10(1): 72-87. (In Persian with English summary)

Fanadzo, M., Chiduza, C.S., and Mnkeni, P.N.S., 2010. Comparative response of direct seeded and transplanted maize (*Zea mays* L.) to nitrogen fertilization at Zanyokwe irrigation scheme, Eastern Cape, South Africa. African Journal of Agricultural Research 4(8): 689-694.

Fayazi, H., 2019. Evaluation of production and yield gap of grain and forage corn (*Zea mays* L.) in present and future climate conditions of Iran. Ph.D. Dissertation, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources. (In Persian with English summary)

Food and Agriculture Organization (FAO)., 2014. The FAOSTAT Database. Available at Web site http://faostat.fao.org/default.aspx (Verified 5 September 2014).

Geerts, S., and Raes, D., 2009. Deficit irrigation as on-farmstrategy to maximize crop water productivity in dry areas. Agricultural Water Management 96(9): 1275-1284.

Ghiasabadi, M., Khajeh Hosseini, M., and Mohammad-Abadi, A.A., 2014. The study of transplanting date on growth analyses and forage yield of maize (*Zea mays* L.) under Mashhad conditions. Iranian Journal of Field Crops Research 12(1): 137-145. (In Persian with English summary)

Gupta, M.K., Chandra, P., Samuel, D.V.K., Singh, B., Singh, A., and Garg, M.K., 2012. Modeling of tomato seedling growth in greenhouse. Agricultureal Reasearch 1(14): 362-369.

Hashemi Dezfouli, S.A., Alemi Saeed, K., Siadat, S.A., and Komayli, M.R., 2001. The effect of planting date on yield potential of two sweet corn hybrids in Khuzestan climatological conditions. Iranian Journal Agriculture Science 32(4): 681-689. (In Persian with English summary)

Mokhtarpoor, H., Mosavat, S.A., Bazi, M.T., and Saberi, A.R., 2007. Effect of sowing date and plant density on qualitative and quantitative forage yield of sweet corn KSC403 in spring sowing. Seed and Plant Improvement Journal 23(4): 473-486. (In Persian)

Noor Mohammadi, G., Siadat, S.A., and Kashani, A., 2010. Cereal agronomy. Publication of Chamran University, Iran. p. 446. (In Persian)

Oswald, A., Ransom, J.K., Kroschel, J., and Sauerborn, J., 2001. Transplanting maize (*Zea mays*) and sorghum (*Sorghum bicolor*) reduces Striga hermonthica damage. Weed Sciences 49(3): 346-353.

Rahimi Moghaddam, S., Deihimfard, R., Soufizadeh, S., Kambouzia, J., Nazariyan Firuzabadi, F., and Eyni Nargeseh, H., 2015. Impact of the sowing date on grain yield, yield components and physiological growth indices of six grain maize cultivars in Iran. Journal of agroecology 5(1): 72-83. (In Persian with English summary)

Sanchez Andonova, P., Rattin, J., and Di Benedetto, A., 2014. Yield increase as influenced by transplanting of sweet maize (*Zea mays* L. saccharata). American Journal of Experimental Agriculture 4(11): 1314-1329.

Soltani, A., 2007. Application of SAS in Statistical Analysis (Second Edition). Publications of Mashhad university jihad, Iran. p. 184. (In Persian)

Soltani, A., Alimagham, S.M., Nehbandani, A.R., Dadrasi, A., Zeinali, E., Torabi, B., Zand, E., Rahimian, H., Ghasemi, S., Fattah Taleghani, D., and Ahmadi, K., 2018. Food Security Analysis until 2050. Research Report. Agricultural Research, Education and extension Organization and Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran. p. 31. (In Persian)

Soltani, A., and Maddah, V., 2010. Simple, Applied and Programs for Education and Research in Agronomy. Publications of Shahid Beheshti University Ecological Science Association, Iran. p. 80. (In Persian)

Soltani, A., Nehbandani, A.R., Alimagham, S.M., Dadrasi, A., Torabi, B., Zeinali, E., Zand, E., Ghasemi, S., Alasti, O., Hosseini, R., Zahed, M., Fayazi, H., Kamari, H., Arab Ameri, R., Mohammad zadeh, Z., Rahban, S., Pourshirazi, S., Mohammadi, S., Keramat, S., Sousarayi, N., Ashnavar, M., and Ahmadi, M., 2019. Modeling the growth and production of vegetation on a large scale with SSM-icrop2 crops, vegetables, fruit orchards and pastures. Research Report. Agricultural Research, Education and Extension Organization and Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran. p. 115. (In Persian)

Soltani, A., Nehbandani, A.R., Dadrasi, A., Alimagham, S.M., Zeinali, E., and Torabi, B., 2018. Agro-Ecological Zoning (AEZ) of Iran for Plant Production. Research report. Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran. p. 190. (In Persian)

Soltani, A., and Sinclair, T.R., 2011. A simple model for chickpea development, growth and yield. Field Crops Research 124: 252-260.

Tamaddon Rastegar, M. and Amini, I., 2007. Effects of planting dates and densities on yield and yield components of

sweet corn of ksc404 in Mazandaran climate condition (Sari). Pajouhesh and Sazandegi 75: 9-14. (In Persian with English summary)

Van Ittersum, M.K., Leffelaar, P.A., Van Keulen, H., Kropff, M.J., Bastiaans, L., and Goudriaan, J., 2003. On approaches and applications of the Wageningen crop models. European Journal of Agronomy 18(3-4): 201-234.

Yang, L.H. and Yang, L.H., 1998. Ecological and physiological basis of transplanting spring-sown maize for high yield. Acta Agriculturae Boreali Sinica (CD-ROM) 13(2): 30-34.

Zeinali, H., 2000. Study of growth indices and their relationship with yield in maize grown under different densities and dates. M.Sc. Thesis, Faculty of Agriculture, University of Tehran, Iran. (In Persian with English summary)

Zolfaghara, A., Alizadeh, A., Khavari, S., Bannayan, M., and Ansari, H., 2016. Investigation and comparison of water productivity in direct and transplant seeding of corn in different irrigation regimes. Iranian Journal of Irrigation and Drainage 10(4): 508-519. (In Persian with English Summary)

Journal of Agroecology
Vol. 13, No.2, Summer 2021, p. 307-324

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۱۳، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۰، ص ۳۲۴-۳۰۷

Modelling the Effect of Seedling Culture on Yield and Water Use of Maize under Gorgan Environmental Conditions

S. Taheri[1], A. Soltani[2*], B. Kamkar[3], M. Nazeri[4] and E. Shakeri[5]

Submitted: 03-11-2019
Accepted: 01-02-2020

Taheri, S., Soltani, A., Kamkar, B., Nazeri, M., and Shakeri, E., 2021. Modelling the effect of seedling culture on yield and water use of maize under Gorgan environmental conditions. Journal of Agroecology 13(2):307-324.

Introduction

Method include seedling size and planting date. Since field experiments are usually laborious and costly, the simulation models could be used as a useful tool for investigating such factors. Due to climate change affects the outputs of crop models, the crop growth simulation models should be widely evaluated with empirical data to ensure that simulation of crop growth under a different management strategy or future weather conditions is reliable.

Martials and Methods

In the present study, the effect of direct-seeding and four seedling sizes (13, 16, 19 and 22 leaf area $cm^2 plant^{-1}$ and at 200, 250, 300 and 350 °C cumulative temperature) for transplanting method at four planting dates (10 June, 25 June, 14 July, and 27 July) was simulated in Gorgan environmental conditions for 16 years (2000-2015) using SSM-iCrop2 model. In this simulation, it was supposed that the corn should be harvested on 22 November to provide sufficient time for cultivating the next crop. Also, the economic evaluation between the two methods of transplanting and direct-seeding was carried out using a questionnaire from farmers and experts in the field to evaluate the costs of these two methods

.

Results and Discussion

The simulation results showed that at early planting date (10 June), in transplanting method, the crop matured earlier between 16 to 26 days compared to the direct-seeding, depending on seedling size. In addition, the average yield of 1331 g m^{-2} and average net irrigation requirement of 435 mm ha^{-1} were obtained. At this planting date, transplanting had no effect on the yield and net irrigation requirement. In the common sowing date (25 June), the crop matured earlier between 19 to 33 days (early harvest) in the transplanting method compared to direct-seeding, however, the planting method had no effect on the yield and net amount of irrigation. At this planting date, the average yield and water requirement were 1329 g m^2 and 416 mm ha^{-1}, respectively. In late planting date (14 July), transplanting with large seedlings (leaf area of 19 and 22 cm^2 $plant^{-1}$) were able to complete their growth period before 22 November. Average yield and irrigation requirement were 1273 g m^{-2} and 381 mm ha^{-1}, respectively. It should be noted that in late planting date, direct-seeding and transplanting with small seedlings (leaf area of 13 and 16 cm^2 $plant^{-1}$) were not able to complete maturity to 22 November, therefore, this planting date is not recommended. At the last planting date (27 July), all types of cultivation are not recommended as crop growth period are not completed before 22 November.

1- M.Sc., Department of Agronomy, Faculty of Plant Production, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Golestan, Iran.
2- Professor, Department of Agronomy, Faculty of Plant Production, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Golestan, Iran.
3- Professor, Department of Agronomy, Faculty of Plant Production, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Golestan, Iran.
4- Ph.D. Student, Department of Agronomy, Faculty of Plant Production, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Golestan, Iran.
5- Ph.D. of Agronomy, Graduated from Department of Crop Production and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Shiraz University. Shiraz, Iran.
(*- Corresponding Author Email: afshin.soltani@gmail.com)
Doi: 10.22067/jag.v13i2.84053

Conclusion

In general, it can be concluded that transplanting method would be only recommended for late planting date with using large transplants (leaf area of 19 and 22 cm^2 $plant^{-1}$). However, transplanting did not significantly decrease the amount of net irrigation requirement at any of the planting dates, and also had higher costs and lower profit.

Keywords: Cultivation method, Production, Productivity, Simulation, SSM-iCrop2